3.1مقدمة

تطورت التقنيات الحديثة الى ثورة الدوائر المتكاملة والترانزستورات حين بدأ المهندسون والعلماء في تناول موضوع تقنية النانو على انه الثورة التقنية القادمة التي ستشمل الصناعة والمجتمع بأسره حتى اصبحت تحتل المراتب الثلاثة الأولى في بحوث الفيزياء ، في الواقع يوجد عدد من المنتجات التجارية في الاسواق اليوم تستخدم ابتكارات واختراعات جديده في تقنية النانو.

تعد تطبيقات النانو واسعة المجال وتدخل في كثير من المجالات وسنتحدث في هذا الفصل عن تطبيقات النانو الطبية والصناعية وتطبيقات النانو في مجال الطاقة.

3.2تطبيقات النانو في الطب

يمثل طب النانو"Nanomedicine" تلك التطبيقات الطبية لتقنية النانو،وتتنوع مجالات الطب النانوي من مجموعة التطبيقات الطبية للمواد النانوية، وأجهزة الاستشعار الإلكترونية النانوية، إلى التطبيقات المستقبلية المتاحة للتقانة النانوية الجزيئية .إلا أن المشكلات الحالية التي تواجه الطب النانوي كثيرة، تنطوي أهمها على فهم القضايا المتصلة بعلم السموم النانويوالأثر البيئيللمواد النانومترية الحجم.

يهدفطبالنانوإليتوفيرمجموعةقيمةمنالأدواتالبحثيةبالإضافةإلىالعديدمنالأجهزةالعلاجيةالمفيدةفيالمستقبلالقريب ، كماتتوقعمبادرةالتقانةالنانويةالوطنية " The National Nanotechnology Initiative"العديدمنالتطبيقاتالتجاريةفيمجالصناعةالدواء" pharmaceutical industry"والتيقدتتضمنأنظمةتوصيلالدواءالمتقدمة والعلاجاتالجديدة،كماتعدكلٌّمنالواجهاتالتفاعليةالإلكترونيةالعصبيةوالمستشعراتالأخرىالقائمةعلىالإلكترونياتالنانويةهدفاً آخرللأبحاثفيمجالالتقنيةالطبالنانوي.

وبالإضافةإلىالمزيدمنالتفاصيلفيالأسفل،فيؤمنمجالالدراسةالمستقبلية
"التقانةالنانويةالجزيئية" أنآلاتإصلاحالخليةقدتحدثثورةمتوقعةفيالمجالالطبي.

3.2.1 الاستخداماتالطبيةللموادالنانوية

-توصيلالدواء

ترتكزالمدخلاتالطبيةالنانويةلعمليةتوصيلالدواءعلىتطويرالجسيماتأوالجزيئاتنانويةالقياسبه
دفتحسينالتوافرالحيويللدواء. يشيرمصطلحالتوافرالحيوي
"bioavailability"إلىتواجدجزيئاتالدواءفيالمكانالمطلوبتواجدهافيهداخلالجسمالبشريوحي
تتكونالفائدةمنهاأفضل.
وتركزعمليةتوصيلالدواءعلىزيادةالتوافرالحيويسواءً بالأماكنالخاصةداخلالجسموعلىمدار
مدةزمنيةمعينة. ويمكنتحقيقذلكبصورةٍمتوقعةمنخلالالاستهدافالجزيئي " molecular
targeting"باستخداماالأجهزةالمهندسةنانوياً
،فالأمركلهيدورحولاستهدافالجزيئاتوتوصيلالدواءمعمراعاةدقةالخليةالمستهدفةمنالعملية
،معملاحظةأنأكثرمن 65 ملياردولارأمريكيتضيعسنوياً بسببضعفالتوافرالحيويللأدوية.
كمايتمتطويرالآلاتوالأجهزةبذلكالمجالالخاصبالتصويرالحيوي (In vivo)
والذييعدمجالاً آخراً منمجالاتالبحثوالتطويرفيطبالنانو
،وقدتكونالطرقالجديدةللموادالمهندسةنانوياً ،والتيتمتطويرها
،فعالةمعالجةالأمراضومنهاالسرطان
،إلاأنمايستطيععلماءالنانوتحقيقهفيالمستقبليفوقجميعالتخيلاتالحالية
،وقديتحققهذامنخلالالأجهزةالنانويةالمتكافئةحيويا"biocompatible"والمجموعةذاتياً
self-assembled
والتيسيكونلهاالقدرةعلىاستكشافوتقويمومعالجةبالإضافةإلىتقديمالتقاريرللطبيبالمعالجبصور
ةٍتلقائيةٍآليةٍ.

هذابالإضافةإلىأنأنظمةتوصيلالدواءوكذلكالجسيماتالنانويةالبوليمريةأواللبيبيدية الدهنية ،قديتمتصميمهالتحسينالخصائصالدوائيةوالعلاجيةللأدوية

،وتتمثلقوةأنظمةتوصيلالدواءفيقدرتهاعلىتغييرالحركياتالدوائية "pharmacokinetics"والتوزيعالحيويللدواءداخلالأعضاء.

كماأنهتوجدللجسيماتالنانويةمجموعةمنالخصائصالغيرتقليديةوالتيتستخدملتحسينعمليةتوصيلالدواء.

وفيالوقتالذييتمفيهتنقيةالجسدمنالجسيماتالأكبر،فإنللخلاياالقدرةعلىحملهذهالجسيماتالنانويةبسببأحجامها.

كماتمتطويرآلياتتوصيلالدواءومنهاالقدرةعلىالحصولعلىالدواءمنخلالأغشيةالخليةوكذلكداخلهَيُولَىالخَلِيَّةأوسيتوبلازمالخلية"Cytoplasm".

وللكفاءةأهميتهاحيثأنالعديدمنالأمراضتعتمدعلىالعملياتداخلالخليةولايمكنإعاقتهاإلامنخلالالأدويةالتيتشقطريقهاإلىداخلالخلية.

وتكونالاستجابةالمثارةأحاديةالمسارلجزيئاتالدواءلتستخدمبصورةٍأكثرفعالية.

حيثيتموضعالأدويةداخلالجسمويتمتنشيطهاعلىمواجهةإشارةٍمعينةٍ.

علىسبيلالمثال،يتمإحلالدواءذاقدرةضعيفةعلىالذوبانفيالمحلولبنظامتوصيلدواءحيثتتواجدكلتاالبيئتينالمائيةوغيرها"hydrophilic andhydrophobic environments" ،ممايحسنمنالقدرةالذوبانيةللدواء.

هذابالإضافةإلىأنالدواءقديسببتلفالأنسجة،إلاأنهمعنظامتوصيلالدواء،فإنعمليةانتشاروانبعاثالدواءالمنظمةقدتلغيوتمحوتلكالمشكلة.

فلوتمتنقيةالجسدمنالأدويةبسرعةكبيرة،فقديجبرهذاالمريضعلىاستخدامجرعاتٍأكبرمنتلكالأدوية،إلاأنهومععمليةالتطهيرالدوائيالقائمةعلىأنظمةتوصيلالدواء،يمكنالإقلالمنتلكالجرعاتالدوائيةالتييتناولهاالمرءمنبهاًالحرائكأوالحركياتالدوائيةللدواء.

ففيالوقتذاتهيعدالتوزيعالحيويللدواءمشكلةً تؤثرعلىالأنسجةالطبيعيةعبرالتوزيععريضالمدى

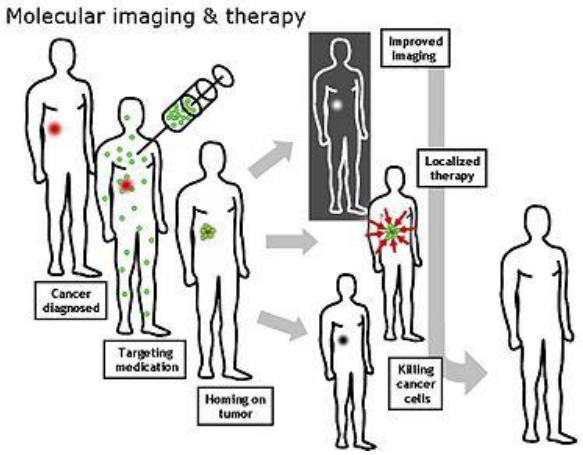
،إلاأنالذراتالماديةبأنظمةتوصيلالدواءتقللمنكمالتوزيعوتقلصمنالتأثيرالواقععلىالنسيجالغيرمستهدف.

ومنالمتوقعأنتعملالأدويةالنانويةمنخلالمجموعةمنالآلياتالمحددةبدقةومفهومةبصورةٍواضحةٍ؛حيثسيكونأحدتلكالتأثيراتالناجمةعنتقنيةالنانوعلىالنانومتمثلاً فيتطويرأدويةٍجديدةٍتماماً ذاتأداءٍأكثرفائدةٍوأقلضرراً ًمنناحيةأعراضهالجانبية.

3.2.2توصيلالبروتينوالببتيد

للبروتينوالببتيد" Protein and peptides"العديدمنالأدوارالحيويةداخلالجسمالبشري،حيثتماكتشافقدرتهماالكامنةعلىعلاجالعديدمنالأمراضوالاضطرابات. وقدرعُ فتتلكالجزيئاتالكبيرةنسبياً "macromolecules" باسمالأدويةالحيوية "biopharmaceuticals"حيثأصبحتعمليةالتوصيلسواءً ًالمستهدفةأوالمضبوطةلهذهالأدويةباستخدامالموادالنانويةومنهاالجسيماتالنانويةمجالاً ًناشئاً يُطلقعليهعلمالأدويةالحيويةالنانوية "nanobiopharmaceutics"،وبالتالىفقدأ ُطلقعلىتلكالمنتجاتادويةحيويةنانوية.

3.2.2.1 السرطان



شكل 3.1

رسمتخطيطيتوضيحييشرحكيفيةاستخداماالجسيماتالنانويةأوأدويةالسرطانالأخرىلعلاجالسرطان.

فيحينيمنحالحجمالصغيرللجسيماتالنانويةخصائصاً قدتمثلفائدةً كبيرةً فيعلماالأورامأوالأنكولوجي "oncology" وبصورةٍخاصةٍفيمجالالتصوير. فعندماتُستخدمالنقاطالكمومية "Quantum dots"كجسيماتنانويةذاتخصائصٍ حابسةٍ،ومنهاانبعاثالضوءالانضباطيالحجم "size-tunabl light emission" مصاحبةً للتصويربالرنينالمغناطيسيMRIيمكنالحصولعلىصوراً استثنائيةً لمواقعالأورام. حيثأنتلكالجسيماتالنانويةتكونأكثربريقاً منالأصباغالعضويةولاتحتاجسوىإلىمصدرضوءٍواحدٍفقطللإثارةوالتوهج.

وهذايعنيأناستخدامنقاطالفلوريسينتالكموميةتنتجصوراً أكثرتبايناً وبتكلفةٍأقلعنالأصباغالعضويةالمستخدمةفيومناهذاكوسيطٍ للتبايناًومايطلقعليهالمادةالمظللة " contrast media"إلاأنالجانبالسلبيفيذلكالأمرعلىالرغممنذلكيتمثلفيأنتلكالنقاطالكمومية غالباً ماتصنعمنعناصرسامةتماماً .

كماتسمحخاصيةأخرىنانويةوالمتمثلةفيارتفاعنسبةمساحةالسطحإلىالنسبةالحجم،باتصالالعديدمنالمجموعاتالوظيفيةوارتباطهابالجسيمالنانوي،والذيقديسعىإلىالارتباطببعضالخلاياالسرطانية. هذابالإضافةإلىالحجمالصغيرللجسيماتالنانوية (من 10 إلى 100 نانومتر) يسمحلتلكالجسيماتبالتجمعبصورةٍتفضيليةٍفيمواقعالأورامبسببأنالأورامتفتقرإلىنظامفعاللتصريفالليمفاوي "an effective lymphatic drainage system" ويتمثلأحدالأسئلةالبحثيةالمثيرةفيكيفيةالاستفادةمنهذهالجسيماتالنانويةالمستخدمةفيالتصويرفيعلاجالأورامالسرطانية.

وللحظةنتساءل،هلمنالممكنتصنيعوإنتاججسيماتنانويةمتعددةالوظائفوالتييكونلهاالقدرةعلىاكتشافوتصويروالتقدملمعالجةذلكالورم؟ويمثلذلكاتساؤلمحورأبحاثٍوتحقيقاتٍنشطةٍ؛حيثقدتحددالإجابةعلىذلكالتساؤلملامحمستقبلعلاجالسرطان

،وقدأوشكتتقنيةعلاجيةجديدةللسرطانأنتحلذاتيومٍمحلالعلاجالإشعاعيوالكيميائيفيعلاجالأور
امالسرطانية. حيثربطتطريقة" Kanzius
RF"العلاجيةالجسيماتالنانويةالمجهريةبالخلاياالسرطانيةثم "طهى"
الأورامداخلالجسمباستخداممموجاتالراديوثمقامبتسخينالجسيماتالنانويةوالخلايا
(السرطانية) المجاورةفقط.

ولرقائقاختبارالمستشعروالمحتويةعلىالآلافمنالأسلاكالنانويةالقدرةعلىاكتشافالبروتيناتبالإ
ضافةغلىالمؤشراتالحيويةالأخروالتيتخلفهاالأورامالسرطانية،بالإضافةإلىقدرتهاعلىاكتشاف
وتشخيصالسرطانفيالمراحلالمبكرةبواسطةبضعنقاطمندمالمريض.

وتعتمدالنقطةالرئيسيةلاستخدامتقنيةتوصيلالدواءعلىثلاثةحقائقٍهي:-

-التغليفالكفءللأدوية.

-توصيلٍناجحللأدويةالموصوفةإلىالمناطقالمستهدفةبالجسم.

-الانطلاقالناجحللدواءبتلكالمنطقة.

وقدأجرىالباحثونبجامعةرايسبحثاًتحتإشرافالبروفيسور "جينيفرويت"
حولاستخدامقشورنانويةمقياسها 120
نانومترومطليةبالذهبلقتلالأورامالسرطانيةبالفئران.
ويكونالهدفمناستخدامتلكالقشورالنانويةالارتباطبالخلاياالسرطانيةمنخلالتوحيدوربطالأجسا
مالمضادةأوالببتيدبسطحالقشرةالنانوية.
وينتجعنتعريضتلكالمنطقةالمصابةبالورمالسرطانيإلىالاشعةباستخدامأشعةالليزرتحتالحمرا
ءوالتيتخترقاللحمبدونتسخينه ،تسخينالذهببدرجةٍكافيةٍليسببموتالخلاياالسرطانية.

هذابالإضافةإلىاختراعجونكانزيزسلآلةترددااتٍلاسلكيةٍوالتيتستخدممزيجاًمنالموجاتاللاسلكي
ةوجسيماتالكربونأوالذهبالنانويةلتدميرالخلاياالسرطانية.

تتوهجالجسيماتالنانويةلسيلينيدالكاديوم"cadmium selenide"
نقاطكمومية"quantum dots"عندماتتعرضلإضاءةفوقبنفسجية.
حيثتتسربوتسيلإلىداخلالأورامالسرطانيةعندمايتمحقنها.
ومنثميستطيعالجراحرؤيةالورمالمتوهج،ويستخدمذلكالتوهجكمرشدٍلهلإزالةالورمبدقةٍأكبر
.

كماآمنأحدالعلماءبجامعةميتشجن،جيمسبيكرأنهاكتشفطريقةً كافيةً وناجحةً لتوصيلالأدويةالم
عالجةللسرطانوالتيتعدأقلضرراً علىالمناطقالمحيطةداخلالجسم.
حيثطوربيكرتقانةنانويةوالتيتقومأولاً بتحديدموقعثمبعدذلكإزالةالخلاياالسرطانية.
حيثنظرإلىجزيءيُطلقعليهديندريمر"dendrimer"حيثيتسمهذاالجزيءبوجودمئةخطافعلى
سطحهوالتيتسمحلهبالارتباطبالخلاياداخلالجسمللعديدمنالأسباب.
ثمقامبيكربوصلحمضالفوليكببعضٍ منتلكالخطاطيفحيثتستقبلخلاياالجسمحمضالفوليكهذاوهو
عبارةعنفيتامين
،ونتيجةأنللخلاياالسرطانيةمستقبلاتٍأكثرمنالخلاياالطبيعيةداخلالجسمللفيتامين
،فإنجزيءالديندريمر
"dendrimer"والمحملبالفيتامينيتمامتصاصهبواسطةتلكالخليةالسرطانية.
فيحينقامبيكربربطباقيخطاطيفالديندريمربعلاجاتٍمضادةللسرطانوالتيسيتمامتصاصهامعامت
صاصالديندريمرداخلالخليةالمسرطنة،ممايسفرعنتوصيلدواءالسرطانإلىداخلالخليةالسرط
انيةدونأيمكنٍآخرٍ .

ومنالملاحظأنهفيالمعالجةبالديناميكاالضوئية،يتموضعجسيمداخلالجسمويضاءبضوءٍمنالخا
رج.
حيثيمتصالجسيمالضوء،ولوكانالجزيءمعدناً ،فالطاقةالصادرةمنالضوءتقومبتسخينالجسيم
والنسيجالمحيطكذلك.

كمايتمالاستفادةمنالضوءكذلكفيإنتاججزيئاتالأوكسجينعاليةالطاقةوالتيستتفاعلكيميائياًمعمع ظمالجزيئاتالعضويةالمجاورةلهاوتدمرها (ومنهاالأورام). ولهذاالعلاججاذبيتهلعدةأسباب. فهولايتركأية "محاولةٍسامةٍ" للجزيئاتالتفاعليةخلالالجسم (العلاجالكيميائي)،ذلكلأنهاموجهةفقطحيثيلمعالضوءوتتواجدالجسيمات. وللمعالجةبالديناميكاالضوئيةقدرتهاالغيرتوسعيةللتعاملمعالأمراضوالنموواالأورام.

3.2.2.2 الجراحة

كمااستخدمفيجامعةترايس (لحامااللحم) بهدفدمجقطعتينمنلحومالدجاجإلىقطعةٍواحدةٍ. حيثدمجتالقطعتينمنلحمالدجاجبالتلامس،منخلالتقطيرسائلٍ خضرٍ يحتويعلىقشورنانويةمطلية بالذهبعلىطولخطالتماسبينالقطعتين.

ثمتلىذلكتوجيهأشعةالليزرتحتالحمراءعلىطولخطالتماسكذلك،ممايؤديإلىتلاحمكلاالقطعتينعند خطتماسهمامعاً .

وهذاقديحلصعوباتتدفقالماءالناجمةعنمحاولةالجراحإعادةتقطيبالشرايينالتيكانتقدقُطعتمنالمريضأوالمريضةأثناءإجراءزراعةكلىأوقلبلهأولها.

حيثيستطيعلحامااللحمذلكلحمالشريانبدقةٍمتناهيةٍوبصورةٍتامةٍ.

3.2.2.3 التصوير

تساعدحركةتتبعالمسارعلىتحديدمدىجودةتوزيعالأدويةوكيفيةالتمثيلالجيدللمواد.

حيثأنهمنالصعبتتبعمجموعةصغيرةمنالخلاياداخلالجسم،ومنثماعتادالعلماءصبغالخلايا.

كماتتطلبتلكالصبغاتأنيتمإثارتهابواسطةضوءطولموجيمحددبهدفدفعتلكالصبغاتللإضاءة.

وفيالوقتالذيتمتصفيهالعديدمنالصبغاتمختلفةالألوانترددامتنوعةمنالضوء،فقدظهرتالحاجةإلى استخداممصادرمتعددةللضوءكالخلايا.

وتتمثلإحدىالطرقالمستخدمةللتغلبعلىتلكالمشكلةفيالبقايامنيرة.

وتلكالبقاياعبارةعننقاطكموميةمتصلةبالبروتيناتوالتيلهاالقدرةعلىاختراقأغشيةالخلية.

ويمكنتصنيعتلكالنقاطعشوائيةالحجممنموادخاملةحيوية"bio-inert material"
،والتيتتسمبأحجامهاالنانويةحيثيعتمداللونعلىالحجم،ومنثميتمانتقاءالأحجام،لذلكيمثلترددالضوء (المستخدملإنتاجمجموعةٍمنفلوريسنتالنقاطالكمومية)
مجموعةً فرديةً منالترداداتالمطلوبةلجعلمجموعةأخرىتتوهجوتلمع.
ثميمكنإضاءةكلتاالمجموعتينباستخداممصدرضوئيواحد.

3.2.2.4 استهدافالجسيمالنانوي

منالملاحظأنالجسيماتالنانويةتمثلمجالاً واعداً للتقدمفيحقليتوصيلالدواءوالتصويرالطبيبالإضافةإلىعملهاكمستشعراتٍتشخيصيةٍ.
إلاأنهعلىالرغممنذلكفإنالتوزيعالحيويلتلكالجسيماتالنانويةمازالغيرمعلومبسببصعوبةاستهدافأعضاءٍمحددةٍبالجسم.
فيحينأظهرتدراسةحديثةأجريتعلىالأجهزةالإخراجيةللفئرانأنقدرةمركّباتالذهبفياستهدافأعضاءٍمحددةٍتعتمدعلىحجمهاوشحنتها.
ومنثمفيتمطلاءتلكالجسيماتالنانويةبدندريمر"dendrimer"ويتمإعطائهاشحنةمحددةسواءً أكانتشحنةً إيجابيةٍأمسلبيةٍ.
حيثوجدأنجسيماتالذهبالنانويةموجبةالشحنةتخترقوتنفذإلىالكلىفيحينتبقىجسيماتالذهبالنانويةسالبةالشحنةبالكبدوالطحال
،فقدافتُرِضأنشحنةالسطحالموجبةتقللمعدلتطويقالجسيماتالنانويةداخلالكبد،ومنثمتؤثرعلىمسارالإخراج. حتىلوكانحجمهايصلنسبياً إلى 5 نانومترات
،فإنهذهالجزيئاتقدتتجزءداخلالأنسجةالخارجيةأوالسطحية،ومنثمتتجمعداخلالجسممعمرورالوقت.
كماأثبتالتقدمفيالدراساتالبحثيةأنعمليتيالاستهدافوالتوزيعتتزايدمعاستخداماالجسيماتالنانوية،فيحينتعدمخاطرالتسممالنانويالخطوةالتاليةفيالإدراكوالوعيالمستقبليلاستخداماتهاالطبية.

3.2.3 التواصلالإلكترونيالعصبي

يمثلالتواصلالعصبيالإلكترونيهدفاً مرئياً يتناولبنيةالأجهزةالنانويةوالتيستسمحبتوصيلالحاسوبور بطهبالجهازالعصبي.

وتتطلبتلكالفكرةبناءهيكلجزيئييسمحباكتشافوضبطالنبضاتالعصبيةبواسطةجهازحاسوبخارجي.

حيثتستطيعأجهزةالحاسوبتفسيروتسجيلوالاستجابةللإشاراتالتييصدرهاالجسمعندمايستشعرأحاسيسٍ مختلفة.

ويتزايدالطلببكميةضخمةعلىتلكالبنيةبسببأنالعديدمنالأمراضتتضمناضمحلالوانهيارالجهازالعصبيومنهامرضالتصلبالجانبيالتحللي "amyotrophic lateral sclerosis (ALS)" ومرضالتصلبالمتعدد " multiplesclerosis(MS) "

كماقدتُضعفالكثيرمنالاصاباتوالحوادثالجهازالعصبيممايسفرعناختلالالنظموالشللالنصفي.

فلواستطاعتأجهزةالحاسوبالسيطرةعلىالجهازالعصبيمنخلالوجهاتالتفاعلالعصبيالإلكترونية ،يمكنالتحكمفيالمشكلاتالتيتُضعفالجهازالعصبيومنثميمكنالتغلبعلىتأثيراتالأمراضوالإصابات.

وهنايجبوضعفيالاعتبارتوفيرعاملينعندماختيارمصدرالطاقةلمثلتلكالتطبيقات،يتمثلانفياستراتيجياتقابلةلتمويلالوقودالمستمروغيرقابلةللتمويل. فالاستراتيجيةالقابلةلتمويلالوقود " refuelable strategy"تعنيأنالطاقةيتمملئهاباستمرارأوبشكلٍدوريٍ بالمصادرالصوتية،الكيميائية،المغناطيسية،والكهربائية.

فيحينتعنيالاستراتيجيةالغيرقابلةللتمويلبالوقود" nonrefuelablestrategy" أنكلالقوىتُستمدمنتخزينالطاقةالداخلية internal energy storage والتيستتوقفعندماتستنفذالطاقة.

إلاأنأحدقيودذلكالاختراعيتمثلفيحقيقةأنواجهةالتفاعلالكهربائيةهيمسألةممكنة.
حيثتستطيعكلٌمنالمجالاتالكهربائية،النبضاتالكهرومغناطيسية" electromagnetic pulses EMP" والمجالاتالأخربالناجمةعناستخداماالأجهزةالكهربائيةالحيوية (إنفيفو " in vivo") أنتسببكلهاواجهاتتفاعلٍوتواصلٍ
،هذابالإضافةإلىأنهمطلوبتواجدعوازلٍسميكةٍبهدفمنعتسربالإلكترونات
،كماأنهلوارتفعتموصلية"conductivity" الوسيطالحيوي (إنفيفو) فستوجدمخاطرةفيفقدانأوقصورمفاجيءفيالطاقة.
وفيالنهاية،مطلوبتوفيرأسلاكٍسميكةٍلتوصيلمستوياتالطاقةالضروريةبدونزيادةمعدلاتالتسخين. وعلىالرغممنتوافرالأبحاثفيالمجال،إلاأنتقدماًمحدوداًفقطهوماتمتحقيقه.
حيثأنهمنالصعبتكوينشبكةاسلاكٍللهيكلأوالبنيةنسببأنهيجبوضعهابدقةٍداخلالجهازالعصبيليصبحقادراًعلىالتحكموالاستجابةللإشاراتالعصبية.
كماأنهيجبأنتكونالهياكلأوالبنياتالتيتمثلواجهةالتفاعلوالتواصلتلكمتوافقةمعالجهازالمناعيللجسمومنثمتصبحقادرةعلىالبقاءوالتواجدلمدةٍطويلةٍبدونالتأثرداخلذلكالجسم
،هذابالإضافةإلىأنهيجبأنتشعرتلكالهياكلبالتياراتالأيونيةبالإضافةإلىقدرتهاعلىجعلالتياراتتتدفقعائدةًللخلف.
وفيحينأنإمكانياتتلكالهياكلأوالبنياتتعدمذهلةومدهشة،إلاأنهلايوجدجدولٌزمنيليحددمتىستكونمتاحةفيالمستقبل.

3.2.4 التطبيقاتالطبيةللتقانةالنانويةالجزيئية

يمثلعلمالتقانةالنانويةالجزيئيةإحدىمجالاتالدراسةالفرعيةالمستقبليةلعلمالتقانةالنانويةوالذييهتمبإمكانيةهندسةالمجمعاتالجزيئية،وهيتلكالآلاتالتيتعيدتنظيموترتيبالمادةعلىالمقياسالجزيئيأوالذري.
إلاأنعلمالتقانةالنانويةالجزيئيةيتسمبأنهنظريبدرجةٍعاليةٍ،حيثيسعىإلىتوقعماهيةالاختراعاتالت

يقدتُقَدَ مفيمجالالتقانةالنانويةبالإضافةإلىأنهيقترحأجندةعملللتسؤلاتالمستقبلية.
هذابالإضافةإلىأنالعناصر المقترحةلعلمالتقانةالنانويةالجزيئيةومنهاالمجمِّعاتالجزيئيةوروبو تاتالنانوبعيدةجداً عنالإمكانياتوالقدراتالحالية.

3.2.4.1 آلات اصلاح الخلية

يستطيعالأطباءتشجيعالأنسجةعلىإصلاحنفسهافقطمنخلالباستخداماالأدويةوالجراحة.
إلاأنهمعاستخداماالأجهزةالجزيئية،ستتوفر العديدمنالفرصلعملياتالإصلاحالمباشرة.
حيثستعتمدتقنيةإصلاحالخليةعلىنفسالمهامالتيأثبتتالأجهزةالطبيعيةأنهاقادرةعلىأدائها.
فالوصولإلىالخليةأصبحممكناً نتيجةأنعلماءالأحياءاستطاعوا غرسالإبر داخلالخلايابدونقتلها.
ومنثمأصبحتالأجهزةالجزيئيةقادرةعلىدخولالخلية.
وكذلك،أظهرتكلالتفاعلاتالحيويةالكيميائية" biochemical interactions"الخاصةأنالأنظمةالجزيئيةتستطيعالتعرفعلىالجزيئاتالأخربالمس،وكذلكت ستطيعبناءوإعادةبناءكلجزيءداخلالخلية،كماأنهاقادرةعلىتفريقالجزيئاتالمصابةوالتالفة.
وفيالنهايةأثبتتالخلايالتيتحلمحلالقديمةأنالأنظمةالجزيئيةتجمعكلنظاموجدبالخلية.
ومنثم،فمنذأنأدارتالطبيعةالعملياتالأساسيةالمطلوبةلأداءعمليةإصلاحالخليةعلىالمستوىالجز يئي،فإنهفيالمستقبل،يمكنبناءالأنظمةالقائمةعلىالأجهزةالنانويةوالتيعندهاالقدرةعلىدخولالخ لايا،والإحساسبالفروقبينالخلاياالمريضةعنتلكالخلاياالصحيةالسليمةومنثمالقيامبالتعديلاتال مرغوبةفيالبنيةالهيكلية.

ومنهناتعدإمكانياتالرعايةالصحيةلتلكالآلاتالإصلاحيةمبهرةوجذابة.
ومقارنةً بأحجامالفيروساتوالبكتريا،فإنأجزائهاالمدمجةستسمحلهاالتصبحأكثرتعقيداً .
وسيتمتخصيصالآلاتالمبكرة.
وبمأنهاتفتحوتغلقأغشيةالخليةأوتسافرعبرالنسيجوتدخلالخلاياوالفيروسات،فإنالآلاتوحدها ستكونقادرةعلىتصحيحخللاً جزيئياً واحداً مثلتلفالحامضالنووي"DNA"أونقصكفاءةالإنزيم.

ومؤخراً ،فإنآلاتإصلاحالخليةستكونقابلةللبرمجةوالتزودبالمزيدمنالقدراتبمساعدةأنظمةالذكاءالاصطناعيالمتقدمة"advanced AI systems".

وهناستكونالحواسبالنانوية"Nanocomputers"مطلوبةلإرشادتلكالآلات.
حيثستقومتلكالحواسبالنانويةبتوجيهالآلاتللمناطقحيثستقومبفحصوالمشاركةوإعادةبناءالهياكلأوالبنياتالجزيئيةالتالفة.
ومنثمستصبحآلاتإصلاحالخليةقادرةعلىإصلاحكاملالخلايامنخلالعملأوإصلاحهيكلبعدهيكل،ثمالعملبعدذلكخليةٍبعدخليةٍ،ثمنسيجٍبعدنسيجٍعلىالتسلسل،ومنثمسيتمإصلاحكاملالأعضاء.
وفيالنهاية،منخلالالعملعلىعضوبعدعضو،فسيتماستعادةالصحةلجسمالإنسان.
وهذايؤديإلىإعادةإصلاحالخلاياالتالفةوالتيوصلتلنقطةعدمالقدرةعلىالتفاعلبعدذلك،ذلكبسببقدرةوكفاءةالآلاتالجزيئيةعلىبناءالخلايامنالخدش.
نتيجةً لذلك،تعدآلاتإصلاحالخليةآلاتخاليةمنالعقاراتوالأدوية،حيثتعتمدعلىاستراتيجيةالإصلاحالذاتيبمفردها.

3.2.5 علمأمراضالكلىالنانوي

علمأمراضالكلىالنانوي
"Nanonephrology"هوأحدفروعطبالنانووالتقانةالنانويةوالذييتناولكلاً من

- دراسةبنياتبروتينالكلىعلىالمستوىالذري.

- مداخلوأساليبالتصويرالنانويلدراسةالعملياتالخلويةداخلخلاياالكلى.

- العلاجاتالطبيةالنانويةوالتيتستخدمالجسيماتالنانويةبالإضافةإلىمعالجةمختلفأمراضالكلى.

كماأنعمليةتصنيعواستخداممالموادوالأجهزةعلىالمستوىالجزيئيوالذريوالتيتستخدملتشخيصوعلاجأمراضالكلىتعدمنمجالاتعلمأمراضالكلىالنانوي
"Nanonephrology"والتيتلعبدوراً فعالاً علاجالمرضىالذينيعانونمنأمراضالكلىفيالمستق

بل.

هذابالإضافةإلىأنالإنجازاتالمتقدمةفيمجالعلمأمراضالكلىالنانويستُبنىعلىالاكتشافاتفيتلكالمجالا تالسابقةذكرهاوالتيتوفرمعلوماتنانويةحولالآليةالجزيئيةالخلويةوالمدمجةفيعملياتالكلىالطبيع يةبالإضافةإلىالحالاتالمرضيةالمختلفة.

ومنخلالتفهمواستيعابالخصائصالفيزيائيةوالكيميائيةللبروتيناتوالجزيئاتالماكروالأخرىعلىال مستوىالذريبالعديدمنالخلاياالمختلفةبالكلى،يمكنتصميممدخلاتعلاجيةجديدةلتتنافسفيعلاجأم راضالكلىالرئيسية. وتعدالكلىالصناعيةالنانويةهدفاً يحلمالعديدمنالأطباءبتحقيقه.

وستسمحالإنجازاتالهندسيةالنانويةالمتقدمةبتصنيعالروبوتاتالنانوبةالتييمكنبرمجتهاوالتحكم فيهاوالتيتهدفإلىتنفيذوإنجازإجراءاتٍعلاجيةٍوبنائيةداخلالكلىالبشريةعلىالمستوياتالخلويةوالج زيئية.

كماأنتصميمالهياكلالنانويةوالمتوافقةمعخلاياالكلىالتييكونلهاالقدرةعلىإجراءالعملياتفيالحيو يةvivo" "in صورةٍسالمةٍآمنةٍيعدأيضاً هدفاً مستقبلياً يرجىتحقيقه.

وهنايجبملاحظةأنالقدرةعلىتوجيهالأحداثعلىالمستوىالنانويالخلويلهاالكفاءةوالقدرةعلىتحسين حياةالمرضىالذينيعانونمنأمراضالكلى.

3.3 تطبيقات النانو في الطاقة

علىمدىالعقودالقليلةالماضية،جرتمساعيحثيثةفيمجالاتالعلومالهندسةلتطويرأنواعجديدةومحسّنةلتقنياتالطاقةالتيقدتؤديإلىالقدرةعلىتحسينالحياةفيجميعأنحاءالعالم

، ُيعدالتصنيعالنانويإحدىالحقولالفرعيةالهامةمنتقنيةالنانوالمرتبطةبالطاقة

،وهوعمليةتصميموتصنيعأجهزةحسبالمقياسالنانوي ،حيثيساعدتصنيعأجهزةأصغرمن 100

نانومترعلىإيجادوتطويرطرقجديدةللحصولعلىالطاقةوتخزينهاونقلها،ممايقدمللعلماءوللمهند سينمستوىجيدمنالتحكميؤهلهملحلالعديدمنالمشكلاتالمتعلّقةبالجيلالحاليمنتقنياتالطاقةالتييواج ههاالعالماليوم.

3.3.1 تقليصاستهلاكالطاقة

يمكنالتوصلإلىتقليصٍ أقلٍللطاقةمنخلالتطبيقأفضللأساليبالعزل،وذلكمنخلالاستخداماالإضاءةال كافيةأوأساليبالإحراق،بالضافةإلىاستخداممواد أقوبإضائياً لستخدمفيقطاعاتالنقل.

وتحولاللمباتالضوئيةالمستخدمةحالياًنحو 5% فقطمنالطاقةالكهربائيةإلىضوء.

إلاأنالأساليبالتقنيةالنانويةومنهاالمصباحالثنائيالباعثللضوءوالتييرمزلهابـ (LED)

أوالذراتالمحددةكمياًوالتييرمزلهابالرمز (QCA)

قدتؤديإلىترشيداستهلاكالكهرباءلأغراضالإضاءة.

3.3.2 زيادةكفاءةإنتاجالطاقة

تحتويأفضلالخلاياالشمسيةالمستخدمةفييومناهذاعلىطبقاتٍللعديدمنأشباهالموصلاتالمكدسةم عاًوذلكبهدفامتصاصالضوءفيصورٍ عدةٍللطاقة،إلاأنهامازالتمصنعةً بأسلوبلايسمحسوبباستخ دام 40% فقطمنطاقةالشمس. وللخلاياالشمسيةالمتوافرةحالياًكفاءاتٍمنخفضةٍتتراوحبين (15-20 %).

إلاأنتقانةالصغائرقدتساعدعلىزيادةكفاءةتحولالضوءمنخلالاستخداماليهياكلالنانويةذاتاستمر اريةمنالحزمذاتالفجوات.

وصلدرجةكفاءةمحركالاحتراقالداخليلمايتراوحبين 30- 40% فيالوقتالحالي.

إلاأنتقانةالنانوقدتحسنمنمعدلالاحتراقمنخلالتصميممحفزاتٍخاصةٍذاتمساحةسطحيةأعظم.

ففيعام

2005،قامالعلماءبجامعةتورنتوبتطويرمادةجزيئيةنانويةقابلةللرشوالتيعندماتتمرشهاعلىال سطح،تحولهفيالتووالحظةإلىمجمعللطاقةالشمسية.

3.3.3 استخدامأنظمةللطاقةأكثرصداقةللبيئة

وتتمثلإحدىنماذجالطاقةالودودةللبيئةفياستخدامخليةوقودتشتعلبواسطةالهيدروجين،والتيتنتج بصورةٍمثاليةٍمنالطاقاتالمتجددة.

ولعلأفضلمادةنانويةمستخدمةبخليةالوقودتتمثلفيالمحفزالمكونمنجزيئاتالمعادنالنبيلةالمدعومة بالكربونذاتقياسات 1-5 نانومتر.

وتحتوىالموادالمناسبةلتخزينالهيدروجينعلىعددضخممنالمساماتالنانويةالصغيرة.

ومنثميتمالاستفادةمنالعديدمنالموادالنانويةومنهاالأنابيبالنانويةوالزيولايتوالألانيتفيمجالالبحث والتحقيق.

كماقدتساهمتقانةالنانوفيزيادةتقليصالملوثاتالمنبعثةمنمحركالاحتراقمنخلالاستخدامممرشحاتا لمساماتالنانوية،والتيتستطيعتنقيةوتنظيفالعوادمميكانيكياً منخلالالمحولاتالمحفزةوالقائمةعلىجزيئاتالمعادنالنبيلةالنانويةأومنخلالالمغلفاتالمحفزةعلىجدرانالاسطوانةوالجزيئاتالنانويةالمحفزةوالتيقدتستخدمكذلككإضافاتٍللوقود.

3.3.4 إعادةتدويرالبطاريات

بنتيجةقلةكثافةالطاقةبالبطارياتبصورةٍنسبيةٍفإنوقتالتشغيلمحدودبالإضافةإلىالحاجةإلىإعادةا لإحلالأوالشحنمرةً أخرى.

هذابالإضافةإلىأنالعددالضخمللبطارياتوالمجمعاتالمستنفذةتخلقمشكلةً فيالتخلصمنها.

ومنثمفإناستخداماليطارياتذاتكميةالطاقةالأعلىبداخلهاأوتلكالقابلةلإعادةالشحنمرةً أخرىأوحتىا ستخداماليكثفاتالفائقةذاتمعدلاتإعادةالشحنالعاليةباستخداماليموادالنانويةقدتكونمفيدةبصورةٍ واضحةٍلحلمشكلةالتخلصمنالبطارياتالمستهلكة.

3.3.5 المكثفات

يعملالعلماءوالمهندسونمنذعقودعلىجعلالحواسبأصغرحجماً وأكثرفعالية،تعدّ المكثفاتعناصر أساسيةفيالحواسب

،المكثفهوجهازمكوّ نمنلوحينموصلينيحملكلمنهماشحنةكهربائيةمتساويةفيالمقدارومتعاكسةفي

يالإشارة.

يخزّ نالمكثفشحنةعندمايتمإزالتهامنالدارةالموصولةإليها،وتحرر الشحنةعندمايتمإعادتهاإلىالدارة ،وتعتبر المكثّ فاتأفضلمنالبطّ اریاتبحيثأنهاتحرر شحنتهابشكلأسر عمنالبطّ اریات.

تتألفالمكثّ فاتالتقليديةالمعدنيةمنأسطحمعدنيةرقيقةناقلةمفصولةعنبعضهابعازلكهربائيومنثمتكدّسأوتُلفوتوضعفيغلاف.

مشكلةهذاالنوعمنالمكثّ فاتالتقليديةأنهاتحدمنصغر حجمالحاسبالذييمكنللمهندستصميمه ،وكحللهذهالمشكلةانتقلالعلماءوالمهندسونإلىاستخدامتقنيةالنانو.

باستخدامتقنيةالنانو عملالباحثونعلىتطوير ماأسموه "المكثفاتالدقيقة""Ultracapacitors"؛وهو مصطلحعاميصفالمكثّ فاتالتيتحتويعلىمكوناتنانوية

وهناكأبحاثكثيرةحولالمكثّ فاتالدقيقةبسببكثافتهاالداخليةالعالية،وحجمهاالصغير ،ووثوقيتها، وسعتهاالعالية وهذاالنقصفيالحجميزيدمنإمكانيةتطويرحواسبودارأصغر حجماً ،ولكفإنللمكثّ فاتالدقيقةالقدرةعلىدعمالبطّ اریاتفيالسياراتالهجينةعبرتأمينكميةكبيرةمنالطاقة خلالتسارعالذروة،ممايسمحللبطّ اریاتبتأمينالطاقةلوقتأطولأثناءالقيادةبسرعةثابتةعلىسبيلالمثال.

وهذامنشأنهأنينقصمنحجمووزنالبطّ اریاتالكبيرةالمستخدمةفيالسياراتالهجينةوكذلكتخفيفالحملعنالبطّ ارية،لكناستخدامالمكثّ فاتالدقيقةوالبطّ اریاتمعاً يعدُّمكلفاً بسببالحاجةإلىإلكترونياتتيارمستمر DC إضافيةلتنسيقالعملبينهما.

يعدّ الايروجيلالكربونيدقيقالمسامأحدالموادالتييتماستخدامهافيتصميمالمكثّ فاتالدقيقة،فهويملكمساحةسطحداخليكبيرةويمكنتعديلخواصهعبرتغييرقطر المساموتوزعهامعإضافةفلزاتقلويةبحجمالنانولتعديلناقليتها.

وكذلكتعدأنابيبالنانوالكربونيةمادةأخريمكناستخدامهافيالمكثّفاتالدقيقة.

تصنّعأنابيبالنانوالكربونيةعبرتبخيرالكربونومنثمتكثيفهعلىسطح.

وعندتكثيفالكربونيشكّلالأنبوباًدقيقاًبحجمالنانومكوّنمنذراتالكربون.

ولهذاالأنبوبمساحةسطحكبيرةممايزيدمنكميةالشحنةالتييمكنتخزينها.

ويجريالبحثحالياًحولالوثوقيةالمنخفضةوالكلفةالعاليةالنتجةعناستخدامأنابيبالنانوالكربونية فيالمكثّفاتالدقيقة.

فيدراسةحولالمكثّفاتالدقيقةأوالمنكّفاتالكبيرةقامباحثونمنجامعة"Sungkyunkwan"فيجمهورية كوريابدراسةإمكانيةتزيادةسعةاللوحينعبرإضافةذراتالفلورينإلىجدرانأنابيبالنانوالكربونية

كماذُكرسابقاًتُعدّأنابيبالنانوالكربونيةشكلمتزايدمنالمكثّفاتبسببباستقرارهاالكيميائيالكبير،ناقليتهاالعالية،كتلتهاالخفيفةومساحةسطحهاالكبيرة ،

قامالباحثونبإضافةالفلورينإلىأنابيبالنانوالكربونيةأحاديةالجدارعنددرجةحرارةعاليةلربطذراتالفلورينإلىالجدران

،وتقومذراتالفلورينالمضافةبتغييرالأنابيبالنانويةغيرالقطبيةلتصبحجزيئاتقطبية.

ويمكنأنيُعزىذلكإلىنقلالشحنةمنالفلورين،هذاينشئطبقاتثنائيالقطب - ثنائيالقطبعلىطولجدرانالأنابيبالنانويةالكربونية.

وبمقارنةالأنابيبالتيتمإضافةالفلورينإليهامعالأنابيبفيحالتهاالعاديةيظهراختلافففيالسعة ،وقدقُررأنالأنابيبالتيتمإضافةالفلورينإليهامفيدةفيتصنيعالالواحفيالمكثفاتالكهربائية،ممايعزز الأداءالعاملمكثّفاتالكبيرة"supercapacitors"

بينماجلبتهذهالدراسةمثالاًأكثركفاءةمنالمكثفات،لايوفإلاالقليلعنهذهالمكثّفاتالجديدة،ويُفتقر إلىتحليلواسعالنطاقيكونضرورياًلأيإنتاجضخم،ويكونتحديدشروطالإعدادمهمةشاقةللوصولإلىالمنتجالنهائي.

3.4المعلوماتوالاتصالات

تقومعملياتإنتاجالتقنيةالعاليةحالياً علىالاستراتيجياتالتقليديةمنأعلىإلىأسفل،حيثتمتقديمودمجتقا
نةالنانوبصورةٍصامتةٍ. ويصلمقياسالطولالحرجللدوائرالمتكاملةإلى 50
نانومترفماأقلمراعاةً لطولالبوابةالخاصبالترانزستوراتفيأجهزةوحداتالمعالجةالمركزيةأوديـ
رام(DRAM)

3.4.1 تخزينالذاكرة

اعتمدتتصميماتالذاكرةالإلكترونيةفيمامضىعلىبنيةالترانزستورات.

إلاأنالبحثفيمجالالإلكترونياتالقائمةعلىشكلأنبوب crossbar switch قدوفرتبديلاً منخلالاستخدامالربطاتالداخليةالمعادتشكيلهافيمابينحزموصفائفالأسلاكالعموديةوالأفقيةوذلكبهدفإنتاجذاكرةمرتفعةً الكثافة.

وتعدكلٌّ منشركةنانتيروالتيقامتبتطويرالذاكرةالعريضةالقائمةعلىالأنابيبالنانويةالكربونيةوالتيتسمىذاكرةالوصولالعشوائيالنانويةبالإضافةإلىشركةهوليت-باكاردوالتياقترحتاستخداممواددممرستورفيعمليةإحلالٍمستقبليٍلذاكرةالفلاش.

3.4.2 أجهزةأشباهالموصلاتالجديدة

اعتمدتإحدىتلكالأجهزةالمستخدمةحديثاً علىحقلالبحثالتجريبيالفيزيائيالدورانالإلكتروني.

حيثيُطلقعلىاعتمادمقاومةالمادة (بسببدورانالإلكترونيات) علىالمجالالخارجيالمقاومةالمغناطيسية. وقديتمتضخيمذلكالتأثيربصورةٍكبيرةٍ (المقاومةالمغناطيسيةالهائلة)

فيحالةالأجساماالنانوية،علىسبيلالمثالكماهوالحالعندمايتمفصلطبقتينمنالحديدالممغنطباستخدامطبقةنانويةمغناطيسية،والتييتسمسمكهابأنهنانويالمقياسومنها"Co-Cu-Co"وقدأسفرتالمقاومةالمغناطيسيةالهائلة"GMR"عنزيادةقويةفيكثافةتخزينالبياناتعلىالأقراصالصلبةوأتاحتالفرصةلاستخداممدىالجيجابايت،ويعدنفقالمقاومةالمغناطيسية"TMR"شبيهالحالبدرجةٍكبيرةٍبالمقاومةالمغناطيسيةالهائلة"GMR"وهوقائمعلىالنفقالناتجمندورانالإلكترونياتعبرالطبقاتالحديديةالممغنطةالمتجاورة.

وقدتستخدمنتائجوتأثيراتكلاً من"GMR"و"TMR"فيإنتاجذاكرةكمبيوتريةغيرمتقلبة،ومنهاما يطلقعليهذاكرةالوصولالعشوائيالمغناطيسيةأو"MRAM"

ففيعام 1999
أُخذُ بِرترانزستورسيموس،والذيطُوربمعملالإلكترونياتوتكنولوجياالمعلوماتبغرينوبلبفرنسا،
حدودالمباديءالخاصةبترانزستورموسفتذاتقياس 18 نانومتروالتيوصلتإلى 70
ذرةتقريباًوضعتبجانببعضهاالبعض
حيثكانحجمذلكالترانوستورغالباًعُشرحجمأصغرترانزستورصناعيصُنععام 2003 م
(130 نانومترعام 2003، 90 نانومترفي 2004، 65 نانومترفي 2005،و 40
نانومترفي 2007). حيثمكّنالتكاملالنظريلسبعةبلايينتقاطعٍعلىعملةالواحدجنيهإسترليني.
فيحينلمتكنصناعةترانزستورسيموسوالذيصُنععام 1999
بالتجربةالبحثيةالبسيطةلدراسةكيفيةأداءتقانةسيموسلوظيفتها،إلاأنهاكانتبالأحرىتجربةً لكيفية أداءتلكالتقانةلوظيفتهاالآنحيثأننااستطعناالتغلببصورةٍأقربإلىالمطلوبفيمجالالعملعلىالصعيدالجزيئي.
حيثسيكونمنالمستحيلالتمكنمنالتجمعالمنسقلعددٍكبيرٍ منهذهالترانزستوراتفيدائرةٍواحدةٍكماأنهسيكونمنالمستحيلكذلكصناعةمثلتلكالدائرةعلىالصعيدالصناعي.

3.4.3 الأجهزةالبصريةالإلكترونيةالجديدة:-

تحلالأجهزةالبصريةأوالإلكترونيةالبصريةمحلالأجهزةالتناظريةالإلكترونيةالتقليديةفيتقنيةالاتصالاتالحديثةنتيجةعرضنطاقهاالترديوتزايدقدرتهاوكفاءتهاعلىالتوالي.
منالأمثلةالواعدةفيالمجالكلٌّمنالبلوراتالضوئيةوالنقاطالكمومية.
حيثتعدالبلوراتالضوئيةمواداًذاتاختلافٍدوريٍ فيمُعاملالانكسارمعشريةٍثابتةٍيصلطولهاإلىنصف الطولالموجيللضوءالمستخدم.
ممايجعلهاتسمحبتوفيروعرضفجوةٍحزميةٍاختياريةٍلانتشارطولموجةمحدد،ومنثمفهيتتشابهمعشبهالموصلات،ولكنفيمجالالضوءأوالفوتوناتبدلاً منالإلكترونيات.
فيحينتعدالنقاطالكموميةأجسامنانويةوالتييمكناستخدامهافيمابينالعديدمنالأشياءالأخرىلإنتاجاً

شعةالليزر.
وتتسممميزةاستخداماليزرالنقاطالكمومية عنليزرشبهالموصلالتقليديفيأنطولالموجةالمنبعثةيع تمدعلىقطرالنقطة.
كماأناالليزرالمنتجبواسطةالنقاطالكمومية يكونأرخصفيسعرالتكلفةويوفرجودةإشعاعأفضلوأ علىمنثنائياتاالليزرالتقليدية.

3.5 الصناعة

إنالطريقةالتقليديةفيتصنيعالموادالكيماوية المختلفةتتمبخلطمكوناتالتفاعلمعابدوناالأخذفيالاعت بارتجاهالذراتالداخلةفيالتفاعلوبالتاليفإنالمادةالكيماوية الناتجةتكونخليطامنعدةمواد،أماباستخدامتقنيةالنانوفمنالممكنتوجيهوضعالذراتالداخلةفيالتفاعلبتوجيهمحددوبالتاليفانالموادالناتجةسوفتكونأكثردقةوأكثرنقاوةمنالتصنيعبالطرقالتقليديةوكذلكفإنتقنيةالنانوتعملعلىتقليلتكلفةالإنتاجوخفضالطاقةالمستهلكة.

وهناكأجهزةعلىمستوىالنانوتقومبتوجيهالذراتووضعهافيمكانهاالصحيحأثناءعمليةالتفاعل ، وأيضاً هناكمركباتتمهندستهابتقنيةالنانولتتوافقمعمستوىالجزيئاتوالذرات،لذافإنهذهالتقنيةاستخدمتفيكلمنالتشخيصوالعلاجللأمراضمنشتىالمجالاتومنهاأمراضالقلبوالمخوالأعصابوالحروقوالإصاباتومشاكلالإنجاب،وأيضاً استخدمتبطريقةفعّالةفيمستحضراتالتجميل.
فمنالناحيةالعلاجيةيمكنبواسطةهذهالتقنيةاستئصالوالقضاءعلىالمرضوذلكبالبحثعنوتدميرالخلاياالمسببةللأمراضوكذلكعلاجأوإصلاحالخلاياالتالفةوأيضااستخداممضخاتأووسائلعلىمستوىالتكنولوجياالجزيئيةكناقلةللأدوية.

وهناكثلاثةمراحللوصولإلىموادوأجهزةوآلاتمصنعةبالتكنولوجياالنانويةهي:

- التأثيروالتحكمبكلذرةمنالذراتالمكونةللمادة،وهذايعنيتطويرطريقةللامساكبالذرةوتحريكهاإلىالمكانالمطلوب،وفيالحقيقةتمكنتشركة"IBM"فيالعام 1990م منكتابةاسمالشركةعلىسطحبلورةبواسطةترتيب 35 ذرةمنذراتعنصرالزينونعلىسطحبلورةمنالنيكلواستخدمعلماءشركة"IBM"لذلكجهاز الميكروسكوبالذري"atomic force microscopy ".
- المرحلةالثانيةوهيتطويرآلاتنانويةتسمىالمجمع"assembler"تبرمجمسبقاًلتتحكم فيالذرات.
- لتطويرالمجمعاتيجبتوفرأجهزةنانويةتسمىالمستنسخات "replicators"تكونمبرمجةلتبنيهذهالمجمعات.

نستنتجممماسبقأنالتكنولجياالنانويةتحتاجإلىبلايينمنالمستنسخاتلبناءالبلايينمنالمجمعاتوهذهلنيزيدحجمهاعنمكعببحجم 1 ميليمترمكعبوالتيبدورهاتتحكمفيالذرات،بعضالمنتجاتالفعليةالتيتمصنعهاوالمنتجاتالتييجريعليهاالعلماءالتجاربوالابحاث:

- صناعةالطائراتوالسيارات:

تقدّمتقنيةالنانوالكثيرلتحسينالصناعةفيهذاالمجال،فمثلاتتدخلهذهالتقنيةفيصناعةالأبوابوالمقاعدوالدعامات،ومنأهممميزاتهذهالقطعالمحسّنةأنهاصلبةوذاتمرونةعاليةفيالوقتكماأنهاتتميزبخفةوزنهاومنميزاتالقطعالمحسنةالمستخدمةفيصناعةالأجزاءالداخليةأنهاتقللمناستهلاكالوقود ، كماأنهاستساعدفيصنعمحركاتنفاثةتتميزبهدوئهاوأدائهاالعالي.

- تدخلتقنيةالنانوفيتحسينالزجاجبشكلعاموتحسينزجاجالنوافذبشكلخاصحيثيصبحعاليالشفافية،وذلكباستخدامنوعمعينمنجسيماتالنانوفيصناعةنوعمنالزجاجيعرفباسم "الزجاجالنشط"،حيثأنهذهالجسيماتتتفاعلمعالأشعةالفوقبنفسجيةفتهتزممايزيلالروا

سبوالأوساخوالغبارالملتصقبالسياراتكماأنهذهالجسيماتتتميزبأنهاتشكلسطحاقابلاللما ءممايجعلتنظيفهاأمراسهلالدرجةأنهأطلقعليهاسم "زجاجالتنظيفالذاتي."

- صناعةالنظاراتالشمسية: قامتشركةالنظاراتالشمسية sunglasses بتصنيعطلاءبلاستيكيمقاوملللخدشوالانعكاسوأنتجتنظاراتالنانوذاتالكفاءةالعاليةوالخ صائصالمميزة،ويعتبرسعرهذهالنظاراتمعقولانظرالصغرالكميةالمطلوبةمنجسيماتالنانوفيتصنيعها.
- صناعةالملابس:

ستكونمقاومةللبقعوالسوائل،وستحميمنأضرارالأشعةالفوقبنفسجيةوالأهممنذلككلهأن تلكالملابسستكونقادرةعلىتوفيرالاتصالبالانترنت،وإعادةشحنالأجهزة،ومراقبةالحال ةالصحيةلمرتديها!

- المنتجاتالرياضية:

تستخدمتقنيةالنانوفيهذاالمجالبشكلعاملهدفين،أولالتقويةالأدواتالرياضية،وثانيالإكسا بهاالمرونةوالخفة ، حيثأنبعضجسيماتالنانوأقوى 100 مرةمنالمعدنالصلبوأخفمنهبستمرات ،ومنالمنتجاتالتيتمتحسينها: مضاربالهوكي،مضاربالبيسبول،مضاربوكراتالتنس،كراتالقولف.

- صناعةالدهاناتوالأصباغ:

تتميزهذهالدهاناتبأنلهاالقدرةعلىمقاومةالخدشوالتآكلوالتفتتممماسيجعلهامناسبةتمامالد هنالسفنوالمراكب.

- التطبيقاتالصحية:

ومنأهمهاسوائلالنانوالمضادةللبكتيرياوالمكروباتالمسئولةعنالكثيرمنالأمراض ،وتتميزهذهالمطهراتبعدمتأثيرهاعلىالأسطحفهيلاتسببالتآكلولاالصدأ . بالإضافةإلىاستخدامهافيالملابسالمضادةللبقع،أيضاً تمكنباحثونفيجامعة "هانجيانج"

بكوريا الجنوبية منإدخال النانو الفضة على المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على القضاء على نحو الي 650 جرثومة دون إيذاء خلايا الجسم.

- الشاشات:

تتميز الشاشات التي تم تحسينها بتقنية النانو بأنها توفر كثيرا من الطاقة التي تستهلك في تشغيلها، كما أنها تتميز بوضوح ودقة عالية

، أما بالنسبة لحجمها فهي تتميز بصغر سماكتها وخفة وزنها.

- مادة مولدة للضوء:

مصنوعة من نانو أوكسيد الحديد محاط بر صاص السيليناید، وهو نصف موصل للحرارة وقاد ر على توليد الضوء وهذه الميزة الخاصة، لها استعمالات كثيرة في مجالات الطاقة والبطاريات ، ولقد ابتكر علماء في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا مصدر اجديد للطاقة، بالاعتماد على تك نولوجيا النانو المتناهية الصغر، وهذا يفتح البابأمام توليد الكهرباء وصناعة بطاريات بتقنيات صديقة للبيئة ودون تكلفة مادية كبيرة.

ويعتمد هذا الابتكار على خلق موجة حرارية مولدة للطاقة من خلال تمرير الإلكترونات عبر أنابيب كربونية تعرف باسم

«نانو تيوب» لتحتك بطبقة من الوقود، وذلك بأسلوب مشابه لعمل البطاريات العادية التي تعتمد أيضاً على نقل الإلكترونات من جانب إلى آخر.

وقال مايكل سترانو، الأستاذ المساعد لشؤون الهندسة الكيماوية بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا إن التقنية الجديدة قابلة للاستخدام في مجال التوفير الطاقة للإلكترونيات وأجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة ،

وأوضح سترانو أن الاكتشاف يتيح بناء بطاريات أصغر من نظيراتها المتوافرة حالياً بعشرات المرات، مضيفاً أن بعض من مزايا هذه التكنولوجيا تسمح بتوليد الكثير من الطاقة باستخدام أجهزة متناهية الصغر، ولهذا الابتكار فوائد بيئية أخرى، إذ أن البطاريات التي يمكن صناعتها بهذه التكن

ولوجياستعتمدعلىمادةالكربونالعضويةالقابلةللتحلل،وهيلاتحتويعلىموادسامةمثلالبطارياتالعاديةالمصنوعةمنالرصاصوالنيكلوالكادميوم.

- مادهتضافإلىالبلاستيكوالسيراميكوالمعادنفتصبحقويهكالفولاذوخفيفةكالعظاموستكونلهااستعمالاتكثيرةخصوصافيهيكلالطائراتوالأجنحة،فهيمضادةللجليدومقاومهللحرارةحتى 900درجهمئوية.
- ورقعبرتكنولوجياالنانومنمخلفاتقصبالسكروقشالأرزبجودةأعلىمنالجودةالعالميةالمعروفةللورق .
- غرفةعملياتكاملةفيكبسولةصغيرةيتموضعهاداخلجسمالمريضلتقومبتنفيذبرنامجالعملياتالذيبرمجهالطبيبفيهاحسبحالةالمريض.